

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

GIOVANNA RODRIGUES TEIXEIRA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO NA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ALTA
HOSPITALAR: UM ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL
ONCOLÓGICO.

ITUIUTABA
2026

GIOVANNA RODRIGUES TEIXEIRA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO NA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ALTA
HOSPITALAR: UM ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL
ONCOLÓGICO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Administração, Ciências
Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço
Social da Universidade Federal de Uberlândia,
como requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof Dr. Ricardo Batista Penteado

ITUIUTABA
2026

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ALTA HOSPITALAR: UM ESTUDO DE CASO EM UM HOSPITAL ONCOLÓGICO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Ituiutaba, 05 de Fevereiro de 2026.

Banca Examinadora:

Prof Dr. Ricardo Batista Penteado, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo, Universidade Federal de Uberlândia

Dedico este trabalho a todas as pessoas que me acompanharam ao longo desta jornada, oferecendo apoio, incentivo, paciência e amor, e tornando possível a realização dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus passos, fortalecer minha fé e conceder sabedoria e perseverança nos momentos mais desafiadores dessa trajetória.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e por serem minha base em todos os momentos. Em especial, aos meus pais, que com seus ensinamentos, exemplos de dedicação, esforço e honestidade, foram fundamentais para minha formação pessoal e acadêmica.

Aos meus amigos, que com companheirismo, palavras de incentivo, risadas e apoio emocional tornaram essa caminhada mais leve, significativa e repleta de aprendizado.

Ao meu orientador, pela paciência, dedicação, orientação e confiança depositada em meu trabalho, contribuindo de forma essencial para o meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal ao longo deste processo.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação, pela transmissão de conhecimentos, experiências e valores que levarei comigo ao longo da minha vida profissional. Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho. A todos, minha sincera e eterna gratidão.

“Ela carregava no peito a força de quem aprendeu
a florescer mesmo em terrenos difíceis.”

(Bruna Vieira)

RESUMO

O aumento do tempo de permanência em leitos hospitalares compromete a eficiência operacional das instituições de saúde, eleva os custos assistenciais e limita a capacidade de atendimento, impactando diretamente a qualidade da assistência prestada aos pacientes. Diante desse cenário, a aplicação dos princípios da gestão da qualidade e do controle estatístico de processos (CEP) pode contribuir para a análise sistemática dos processos hospitalares, permitindo a identificação das causas de variabilidade e a proposição de melhorias voltadas à otimização dos fluxos assistenciais e produtivos, assegurando atendimentos mais ágeis, seguros e eficientes, centrados nas necessidades dos pacientes. Dessa forma, este estudo possui caráter propositivo e tem como objetivo sugerir melhorias direcionadas à redução do tempo de permanência de pacientes em leitos hospitalares, fundamentadas nos princípios da gestão da qualidade, com ênfase na aplicação do Controle Estatístico de Processo, destacando a importância da identificação das causas geradoras de gargalos no fluxo hospitalar por meio do uso de técnicas estatísticas para monitorar, controlar e estabilizar os processos, de modo a subsidiar a proposição de ações de melhoria contínua, promovendo maior eficiência no atendimento e a otimização dos recursos disponíveis. Além disso, ressalta-se a importância da tomada de decisões fundamentadas em dados confiáveis e consistentes, destacando o papel do Controle Estatístico do Processo (CEP) como suporte analítico à gestão hospitalar. A aplicação adequada das técnicas de CEP possibilita o monitoramento contínuo da variabilidade dos processos assistenciais, a identificação de desvios e a atuação sobre causas especiais, subsidiando decisões mais assertivas e tempestivas. Como resultado dessas intervenções orientadas por dados, estima-se um potencial de redução de aproximadamente 65,2% no tempo de permanência dos pacientes em leitos hospitalares, promovendo maior rotatividade dos leitos e reduzindo o tempo médio de ocupação por paciente para cerca de 34,8%. Esses ganhos contribuem para a mitigação de prejuízos financeiros, a melhoria do bem-estar dos pacientes e o fortalecimento da excelência na assistência hospitalar e na gestão da saúde.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade, Controle Estatístico de Processo, Ferramentas da Qualidade, Lean Healthcare.

ABSTRACT

The increase in the length of stay in hospital beds compromises the operational efficiency of healthcare institutions, raises care-related costs, and limits service capacity, directly impacting the quality of care provided to patients. In this scenario, the application of quality management principles and Statistical Process Control (SPC) can contribute to the systematic analysis of hospital processes, enabling the identification of sources of variability and the proposal of improvements aimed at optimizing care and operational flows, ensuring more agile, safe, and efficient services centered on patients' needs.

Thus, this study has a propositional nature and aims to suggest improvements focused on reducing patients' length of stay in hospital beds, grounded in quality management principles, with emphasis on the application of Statistical Process Control. It highlights the importance of identifying the causes responsible for bottlenecks in hospital flow through the use of statistical techniques to monitor, control, and stabilize processes, thereby supporting the proposal of continuous improvement actions, promoting greater efficiency in care delivery and the optimization of available resources.

Furthermore, the importance of data-driven decision-making based on reliable and consistent information is emphasized, underscoring the role of Statistical Process Control (SPC) as an analytical support tool for hospital management. The proper application of SPC techniques enables continuous monitoring of variability in care processes, the identification of deviations, and intervention in special causes, supporting more accurate and timely decisions.

As a result of these data-oriented interventions, a potential reduction of approximately 65.2% in patients' length of stay in hospital beds is estimated, promoting higher bed turnover and reducing the average occupancy time per patient to approximately 34.8%. These gains contribute to mitigating financial losses, improving patient well-being, and strengthening excellence in hospital care and healthcare management.

Keywords: Quality Management, Statistical Process Control, Quality Tools, Lean Healthcare.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma da coleta de dados no setor de internação clínica	24
Figura 2	Diagrama de <i>Ishikawa</i>	26
Figura 3	Quadro Kanban	28
Figura 4	Carta de controle do valor individual (1º gráfico) e da amplitude móvel (2º gráfico) do tempo de espera nos leitos.	32
Figura 5	Gráfico Boxplot dos tempos de espera com destaque do ponto 46.	33
Figura 6	Gráfico <i>Outlier</i> de T, plotado a partir do teste de Grubbs	34
Figura 7	Nova carta de controle do tempo de espera dos pacientes nos leitos sem o outlier	35
Figura 8	Gráfico de barras que indica as principais razões pelas quais os leitos são ocupados.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Plano de ação proposto segundo a ferramenta 5W2H	30
Tabela 2	Resultado teste de Grubbs	34
Tabela 3	Proposta de automação e digitalização do processo de alta hospitalar	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEP	Controle Estatístico de Processo
LSC	Limite Superior de Controle
LIC	Limite Inferior de Controle
LC	Limite Central
TQM	Total Quality Management
KPI	Key Performance Indicator
LC	Linha Central
ATB	Antibióticos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA.....	14
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	14
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	14
1.3	JUSTIFICATIVA.....	14
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	15
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	GESTÃO HOSPITALAR E SEUS DESAFIOS ATUAIS.....	16
2.2	LEAN HEALTHCARE.....	17
2.3	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	18
2.4	CARTAS DE CONTROLES E APLICAÇÃO EM CONTROLE DA QUALIDADE.....	20
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	20
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	21
3.3	Técnicas de coleta e análise de dados.....	22
3.4	Procedimentos metodológicos - Etapas	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1	REALIDADE EMPRESARIAL.....	28
4.2	Aplicação de metodologias e/ou ferramentas da engenharia de produção.....	37
4.3	Custo Comparativo do tempo de Alta	40
5	CONCLUSÕES.....	41
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A gestão da qualidade é considerada um guia para empresas que buscam excelência em suas operações. Trata-se de um conjunto de práticas e filosofias que visa aprimorar continuamente produtos e serviços, com o objetivo de atender e, muitas vezes, superar as expectativas dos clientes.

No presente trabalho, tem como objetivo explorar a evolução do conceito de qualidade ao longo do tempo, compreendendo seu significado no contexto contemporâneo, apresentar ferramentas essenciais da gestão da qualidade e aprofundar o estudo do Controle Estatístico do Processo (CEP) por meio da análise de um estudo de caso em um hospital, evidenciando sua aplicação prática na melhoria dos processos assistenciais. Além disso, é discutido como as organizações podem integrar essas práticas para melhorar seu desempenho e se destacar em um mercado cada vez mais competitivo.

As organizações, em uma análise inicial, alcançam sucesso e qualidade em suas operações quando aplicam a gestão da qualidade de maneira planejada e organizada. Esse planejamento facilita o alcance das metas e objetivos, promovendo a melhoria contínua dos processos, bem como a redução de desperdícios e custos. Nesse contexto, a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade visa solucionar os gargalos operacionais encontrados, conforme discutido por Lacerda (2005).

Nesse contexto, no Controle Estatístico do Processo (CEP), trata-se de uma técnica desenvolvida por Walter A. Shewhart na década de 1920, amplamente utilizada no âmbito da gestão da qualidade com o objetivo de monitorar, controlar e melhorar processos produtivos e assistenciais. O CEP baseia-se na análise da variabilidade dos processos, permitindo distinguir variações comuns daquelas decorrentes de causas especiais, possibilitando intervenções mais assertivas. Entre as principais ferramentas do CEP, destacam-se as cartas de controle, que permitem avaliar se um processo se encontra sob controle estatístico. Essas cartas são construídas a partir de dados ordenados no tempo e apresentam uma linha central, um Limite Superior de Controle (LSC) e um Limite Inferior de Controle (LIC). A permanência dos pontos dentro desses limites indica que o processo está estável e sob controle, enquanto pontos fora dos limites ou padrões não aleatórios sinalizam a necessidade de investigação e ação corretiva (Shewhart, 1931; Montgomery, 2013).

O estudo foi conduzido em um hospital público de grande porte, com 32 leitos na unidade de internação clínica, localizado em um município de médio porte da região Sudeste

do Brasil, reconhecido pela atuação em serviços de alta complexidade em saúde. A escolha da instituição justifica-se pela elevada taxa média de ocupação dos leitos, em torno de 90% no ano de 2024, bem como pelos desafios recorrentes relacionados à liberação de leitos, aspectos alinhados às discussões contemporâneas sobre eficiência na gestão dos serviços de saúde (Santos, 2019). As informações foram coletadas no setor de internação clínica no período de 24/04/2024 a 07/05/2024. Os obstáculos no fluxo hospitalar foram identificados por meio da aplicação de instrumentos estatísticos, conforme detalhado nas seções subsequentes.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o processo de ocupação de leitos hospitalares por meio da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade, com ênfase no Controle Estatístico de Processo (CEP) e nos princípios do *Lean Healthcare*, com o objetivo de reduzir o tempo de permanência dos pacientes nos leitos. Busca-se identificar gargalos, fontes de variabilidade e etapas que não agregam valor ao fluxo assistencial, propondo melhorias que contribuam diretamente para a diminuição do tempo de internação.

1.2.2 Objetivos específicos

O objetivo deste trabalho é aplicar ferramentas da gestão da qualidade na análise de processos hospitalares, com o intuito de identificar gargalos e pontos críticos que ocasionam atrasos na liberação de leitos, propondo melhorias fundamentadas nos princípios do CEP e do *Lean Healthcare*. Busca-se, ainda, analisar criticamente a relação entre a humanização do atendimento e a eficácia operacional, bem como sugerir estratégias para a redução dos períodos de espera, sem comprometer a segurança e a qualidade da assistência prestada.

Adicionalmente, o estudo visa contribuir para a otimização dos recursos disponíveis, promover maior eficiência operacional e aprimorar a qualidade dos serviços hospitalares, refletindo positivamente na experiência dos pacientes e da equipe assistencial.

1.3 Justificativa

Este trabalho se justifica pela necessidade de aprimorar a gestão hospitalar por meio da aplicação de ferramentas de qualidade e do CEP, permitindo alinhar eficiência operacional e humanização do atendimento. A análise crítica dos processos possibilitou identificar falhas, propor soluções e reduzir os períodos de espera, garantindo que esse tempo seja utilizado de

forma produtiva e segura. Dessa maneira, buscou otimizar recursos, melhorar o fluxo de trabalho e proporcionar uma experiência mais satisfatória ao paciente. Além disso, a iniciativa contribuiu para uma rotina mais organizada e eficiente para a equipe de assistência, fortalecendo a qualidade do serviço prestado e o desempenho institucional.

1.4 Delimitação do trabalho

O estudo limita-se ao setor de internação clínica de um hospital público especializado em oncologia. A análise foi realizada com base em dados coletados no período de 24/04/2024 a 07/05/2024, especificamente voltados à ocupação e liberação de leitos. Os resultados e propostas de melhoria consideram exclusivamente esse contexto, não se estendendo a outros setores hospitalares.

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado no formato de artigo científico e é dividido em cinco seções, sendo elas: Introdução, Fundamentação teórica, Metodologia, Resultados e Considerações finais.

No primeiro capítulo é apresentada a contextualização do problema relacionado à gestão hospitalar, a justificativa da pesquisa, os objetivos gerais e específicos do estudo, bem como a delimitação do trabalho.

O segundo capítulo explora os principais conceitos teóricos utilizados como base para o estudo, abordando a gestão da qualidade, o *Lean Healthcare* e o CEP.

No terceiro capítulo é descrita a metodologia aplicada à pesquisa, detalhando o tipo de estudo, o local de aplicação, as ferramentas utilizadas e os procedimentos adotados para a coleta e análise de dados.

No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do CEP na gestão de leitos hospitalares, seguidos da análise crítica com base nos objetivos propostos.

Por fim, no quinto capítulo, são feitas as considerações finais, destacando os principais achados do estudo, suas limitações e sugestões para futuras pesquisas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A evolução da qualidade pode ser dividida em três grandes fases: inspeção, controle estatístico e gestão da qualidade total (Lacerda, 2020). Inicialmente, no período pré-industrial, a qualidade era verificada apenas ao final do processo produtivo, ou seja, somente ao término da produção era possível identificar se o produto atendia aos padrões estabelecidos. Com a

chegada da Revolução Industrial, houve uma mudança significativa nesse cenário. Métodos de controle mais avançados foram introduzidos, e o conceito de controle estatístico emergiu. Esse método trouxe a ideia de analisar e amostrar os produtos durante o processo de produção, contribuindo para a economia de tempo e recursos (Oliveira, 2004; Maximiano, 2000).

Na segunda metade do século XX, surgiram os princípios da *Total Quality Management* ((TQM) - Gestão da Qualidade Total -, com figuras importantes como W. Edwards Deming e Joseph Juran liderando essas ideias. A partir desse período, a qualidade passou a ser entendida como um processo contínuo que envolve todos os níveis da organização, desde a liderança até os colaboradores que atuam na linha de frente (Marshall Junior et al., 2012). Deming enfatizava que “a qualidade é o grau previsível de uniformidade e confiabilidade de um produto” (Lacerda, 2020, p. 16), conceito que se tornou crucial para aumentar a competitividade das empresas.

2.1 Gestão Hospitalar e seus desafios Atuais

A administração hospitalar visa coordenar recursos humanos, financeiros e tecnológicos para garantir qualidade, segurança e sustentabilidade nos serviços de saúde. Oliveira et al. (2021) destacam sua crescente importância devido à complexidade da saúde e demandas populacionais, exigindo que gestores aprimorem processos e integrem equipes. Eventos como a COVID-19, a transformação digital e a adoção do *Lean Healthcare* (Santos, 2019) — que aplica métodos industriais para reduzir desperdícios e otimizar recursos — impactaram a gestão hospitalar, melhorando a qualidade e reduzindo tempos de internação.

A baixa utilização de dados, mesmo na era digital, prejudica a identificação de falhas, enquanto problemas logísticos (fluxo de medicamentos, transporte de pacientes) e falta de padronização comprometem a eficiência. Para superar esses obstáculos, a literatura recomenda estratégias baseadas em dados, comunicação eficiente, padronização de processos e uso de metodologias como *Lean Healthcare*, aliadas ao mapeamento de processos (Oliveira et al., 2021; Cunha et al., 2025).

Ferramentas como CEP, *Key Performance Indicator* (KPIs)- (indicadores-chave de desempenho) - e gráficos estatísticos (Pareto, boxplots) são essenciais para decisões baseadas em dados, especialmente no monitoramento de internações e altas (Oliveira et al., 2021). Contudo, desafios persistem: falta de recursos, rotatividade, desintegração entre setores (causando atrasos em altas e exames) e escassez de leitos, agravada por questões logísticas (Cunha et al., 2025). A resistência à mudança e a baixa capacitação em ferramentas gerenciais também limitam avanços, exigindo treinamentos contínuos e cultura de melhoria (Cunha et al., 2025).

As cartas de controle constituem uma das principais ferramentas do Controle Estatístico de Processo (CEP), sendo amplamente utilizadas para monitorar a estabilidade e o desempenho de processos ao longo do tempo. De acordo com Montgomery (2013), essas cartas permitem identificar variações comuns, inerentes ao processo, e variações especiais, decorrentes de causas específicas que devem ser investigadas e corrigidas. No contexto hospitalar, a aplicação de cartas de controle possibilita o acompanhamento sistemático de indicadores críticos, como o tempo de permanência em leitos, contribuindo para a detecção de desvios, prevenção de falhas e melhoria contínua dos processos. Dessa forma, o uso adequado das cartas de controle auxilia a tomada de decisão baseada em dados, promovendo maior eficiência operacional e qualidade nos serviços de saúde.

2.2 *Lean Healthcare*

A filosofia *Lean*, originalmente desenvolvida na indústria automobilística a partir do Sistema Toyota de Produção, tem sido amplamente adaptada a diferentes setores, incluindo a área da saúde. Seu principal objetivo é gerar valor ao cliente — no contexto hospitalar, o paciente — por meio da eliminação sistemática de desperdícios e da melhoria contínua dos processos. De acordo com Womack e Jones (2003; 2004), o *Lean* se fundamenta em cinco princípios centrais: definição de valor sob a perspectiva do cliente, mapeamento do fluxo de valor, criação de fluxo contínuo, estabelecimento de sistemas puxados e busca pela perfeição. A aplicação dessa abordagem possibilita a redução de atividades que não agregam valor, a minimização de variabilidades, o aumento da eficiência operacional e a melhoria da qualidade dos produtos e serviços.

No ambiente produtivo, o *Lean* utiliza ferramentas como o mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping* – VSM), a padronização de processos e a gestão visual para identificar gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria ao longo dos sistemas produtivos. Essas ferramentas possibilitam uma visão integrada dos processos, facilitando a análise crítica das etapas que agregam valor e daquelas que podem ser eliminadas ou aprimoradas, promovendo maior eficiência e melhor desempenho organizacional (Womack; Jones, 2004; Liker, 2005).

No contexto da saúde, o *Lean Healthcare* surge como uma adaptação dos princípios *Lean* aos serviços hospitalares, com o objetivo de aprimorar a qualidade do atendimento, reduzir desperdícios e otimizar o uso dos recursos disponíveis. Segundo Graban (2016), o *Lean Healthcare* tem como foco central a melhoria dos processos assistenciais, priorizando a segurança do paciente, a redução dos tempos de espera e o aumento da eficiência dos fluxos

hospitalares. Diferentemente do ambiente industrial, no setor hospitalar o conceito de valor é definido a partir das necessidades do paciente, considerando aspectos como agilidade no atendimento, qualidade clínica, segurança e experiência do usuário (Womack; Jones, 2004; Graban, 2016)..

A aplicação do *Lean Healthcare* possibilita a identificação de atividades que não agregam valor ao cuidado do paciente, tais como esperas excessivas, retrabalhos, movimentações desnecessárias e falhas de comunicação entre os setores. Estudos apontam que a utilização de ferramentas Lean em ambientes hospitalares contribui significativamente para a redução do tempo de permanência em leitos, melhoria das taxas de ocupação, diminuição dos custos operacionais e ampliação da capacidade de atendimento (Souza, 2009). Dessa forma, o *Lean Healthcare* se mostra uma abordagem eficaz para apoiar a gestão hospitalar, promovendo maior eficiência operacional e sustentabilidade, especialmente quando integrado a métodos quantitativos, como o Controle Estatístico de Processo (CEP), que permitem o monitoramento contínuo e o controle das melhorias implementadas.

2.3. Ferramentas da Qualidade

Neste estudo, foram utilizadas diversas ferramentas da qualidade com o objetivo de analisar o processo de alta hospitalar, identificar gargalos e propor melhorias fundamentadas em evidências quantitativas e qualitativas.

O Diagrama de *Ishikawa*, desenvolvido por Kaoru Ishikawa na década de 1960, é uma ferramenta gráfica voltada à identificação e organização das causas potenciais de um problema, estruturando-as em categorias clássicas como métodos, materiais, pessoas, máquinas, ambiente e medição. Segundo *Ishikawa* (1982), essa ferramenta possibilita uma abordagem sistemática e estruturada para análise de causas, favorecendo a identificação da causa raiz e evitando soluções superficiais. No contexto hospitalar, onde os processos são interdependentes e envolvem múltiplos setores, o diagrama permite visualizar como falhas de comunicação, ausência de padronização e atrasos logísticos podem atuar simultaneamente no aumento do tempo de permanência em leitos. Recentemente, o Diagrama de *Ishikawa* tem sido utilizado em diferentes contextos hospitalares para análise estruturada de problemas complexos. Lira et al. (2017), por exemplo, empregaram a ferramenta para identificar as causas de um surto de ceratite lamelar difusa em ambiente hospitalar, enquanto Castaño Doste et al. (2025) aplicaram o diagrama na análise da gestão sanitária em centros de saúde na Espanha, evidenciando sua aplicabilidade em sistemas de saúde.

As Cartas de Controle, introduzidas por Walter Shewhart na década de 1920, constituem uma das principais ferramentas do Controle Estatístico de Processo (CEP). Elas permitem monitorar a variabilidade de um processo ao longo do tempo, distinguindo variações decorrentes de causas comuns daquelas associadas a causas especiais. Segundo Montgomery (2013), as cartas de controle são fundamentais para avaliar a estabilidade de um processo e identificar desvios antes que estes comprometam o desempenho organizacional. No presente estudo, a Carta de Controle para Valores Individuais (I-MR) foi aplicada para monitorar o tempo de permanência após a alta médica, possibilitando a identificação de pontos fora dos limites de controle e padrões não aleatórios, evidenciando instabilidade no processo de liberação de leitos.

O Boxplot, também conhecido como gráfico de caixa, é uma ferramenta gráfica utilizada para representar a distribuição de dados por meio da mediana, quartis e possíveis valores discrepantes (outliers). De acordo com Tukey (1977), o Boxplot é uma ferramenta eficaz para análise exploratória de dados, pois permite identificar rapidamente dispersão, assimetria e anomalias. No contexto deste estudo, o Boxplot foi empregado para verificar a presença de valores extremos que impactavam a média do tempo de liberação dos leitos. Em 2025, o Boxplot permanece amplamente utilizado na análise de dados hospitalares; Van der Roest et al. (2025), por exemplo, utilizaram essa ferramenta para analisar a distribuição de idades de pacientes em diferentes hospitais, demonstrando sua relevância na área da saúde.

O Kanban, por sua vez, é uma metodologia de gestão visual originada no Japão, associada ao Sistema Toyota de Produção. Conforme Ohno (1988), o Kanban tem como objetivo controlar o fluxo de trabalho, reduzir desperdícios e promover melhoria contínua por meio de sinais visuais que indicam o status das atividades. No ambiente hospitalar, o Kanban pode ser adaptado para monitorar o fluxo de pacientes em processo de alta, facilitando a comunicação entre equipes médicas, enfermagem, farmácia e setores administrativos. Em 2025, o Kanban tem sido progressivamente adotado em ambientes hospitalares para otimizar processos logísticos e assistenciais. Como exemplo, o Hospital Nuestra Señora del Prado, na Espanha, implementou o sistema Kanban na gestão de estoques, obtendo redução de custos e aumento da eficiência operacional, evidenciando a aplicabilidade da ferramenta em contextos de saúde.

2.4. Cartas de Controles e Aplicação em Controle da Qualidade

As cartas de controle são ferramentas fundamentais do Controle Estatístico de Processos (CEP), desenvolvidas por Walter A. Shewhart na década de 1920, com o objetivo de monitorar e avaliar a variabilidade dos processos produtivos. De acordo com Montgomery (2020), elas permitem diferenciar variações comuns, inerentes ao processo, de variações especiais, causadas por fatores externos ou anômalos que podem comprometer a qualidade. Sua estrutura é composta por uma linha central, que representa a média ou valor esperado do processo, e por limites superior e inferior de controle, geralmente definidos a três desvios-padrão, delimitando a faixa aceitável de variação. A análise dos pontos amostrais ao longo do tempo possibilita verificar se o processo se mantém sob controle estatístico, auxiliando gestores na tomada de decisão baseada em dados.

Existem diferentes tipos de cartas de controle, que podem ser aplicadas tanto a variáveis quanto a atributos. Segundo Werkema (2011), quando a característica da qualidade é mensurada em escala contínua, como peso, tempo ou comprimento, utilizam-se cartas para variáveis, como as $\bar{X}$ -R, $\bar{X}$ -S e cartas de valores individuais. Já quando a característica é classificada de forma binária ou categórica, aplicam-se as cartas para atributos, como p, np, c e u. Essa diversidade de ferramentas garante flexibilidade de aplicação em diferentes contextos produtivos, permitindo que os métodos estatísticos sejam adaptados às necessidades de setores industriais e de serviços, ampliando a confiabilidade dos processos.

Na prática, as cartas de controle desempenham papel essencial na detecção precoce de falhas e no monitoramento da estabilidade dos processos, possibilitando ações corretivas imediatas. Conforme a ISO 8258 (1991), elas fornecem informações objetivas para a análise da variabilidade, reduzindo desperdícios e assegurando a conformidade dos produtos e serviços com padrões de qualidade previamente estabelecidos. Além disso, apoiam metodologias de melhoria contínua, como *Lean Manufacturing* e Seis Sigma, sendo aplicadas, por exemplo, na indústria farmacêutica para controlar o peso médio de comprimidos ou a taxa de rejeição em inspeções. Esse uso contribui para a eficiência operacional e para a entrega de produtos seguros e eficazes aos consumidores.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Para a elaboração deste estudo, foi realizada uma pesquisa quantitativa, de natureza aplicada, com caráter exploratório e descritivo, cujo objetivo foi analisar a duração da ocupação

de leitos hospitalares, desde a evolução médica até a alta institucional. Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de um estudo de caso, desenvolvido em uma unidade de internação clínica de um hospital público de grande porte.

O estudo contemplou todos os casos de internação clínica registrados no período de 24 de abril a 7 de maio de 2024, abrangendo o processo assistencial desde a admissão do paciente até a liberação efetiva do leito. No total, foram analisadas 60 altas hospitalares, em um setor composto por 32 leitos. A coleta de dados baseou-se em informações extraídas de registros institucionais, que subsidiaram a análise estatística do tempo de permanência e a identificação de gargalos no fluxo hospitalar, conforme os princípios da gestão da qualidade e do CEP.

Essa abordagem visou estabelecer parâmetros que pudessem otimizar a rotatividade de leitos e evitar sua ocupação total, promovendo maior eficiência no uso dos recursos hospitalares. O estudo foi fundamentado nos princípios do *Lean Healthcare* e no CEP, com o intuito de reformular o modelo de administração hospitalar, tornando-o mais estratégico, eficiente e atrativo para novos investimentos.

3.2 Caracterização da empresa

A instituição analisada é uma organização filantrópica de grande relevância no cenário nacional, especializada no tratamento de doenças oncológicas e reconhecida pelo atendimento humanizado, gratuito e de alta complexidade. Sua origem remonta à década de 1960, quando iniciou suas atividades como um pequeno hospital geral no interior paulista. Com o passar dos anos, passou por uma reestruturação significativa, assumindo foco exclusivo na área oncológica, o que possibilitou a expansão de suas unidades, serviços e infraestrutura. A partir da década de 1990, sob nova gestão, a instituição passou por um processo de modernização e crescimento, pautado na mobilização de recursos provenientes da comunidade, de setores produtivos e de campanhas filantrópicas.

Atualmente, é considerada referência nacional e internacional no tratamento do câncer, atuando de forma totalmente gratuita por meio do Sistema Único de Saúde. Sua estrutura contempla unidades de prevenção, diagnóstico, tratamento e reabilitação distribuídas por diversos estados brasileiros, ampliando significativamente seu alcance e capacidade de atendimento. Em apenas um ano, realiza mais de um milhão e setecentos mil atendimentos, recebendo pacientes provenientes de milhares de municípios de todo o país.

A instituição se destaca pela incorporação de tecnologias avançadas, como cirurgia robótica, inteligência artificial aplicada ao diagnóstico por imagem, neuronavegação e microscopia cirúrgica. Conta também com um instituto de ensino e pesquisa que promove a

formação de profissionais e o desenvolvimento científico por meio de parcerias com centros internacionais. Um dos diferenciais é a presença de um centro de treinamento em cirurgia minimamente invasiva e robótica, referência na América Latina.

Seu corpo funcional é composto por aproximadamente 5.300 colaboradores, entre os quais estão centenas de médicos especialistas em diferentes áreas da oncologia. A gestão é realizada por uma fundação de caráter filantrópico, que administra não apenas a unidade principal, mas também diversas outras unidades hospitalares e centros de prevenção. O financiamento das atividades é viabilizado por meio de doações, incentivos fiscais, emendas parlamentares, eventos beneficentes e campanhas públicas, o que permite a manutenção de um serviço de excelência mesmo diante de déficits operacionais mensais expressivos.

A atuação da instituição é pautada por valores como acolhimento, empatia e responsabilidade social, tendo como missão oferecer atendimento de qualidade e humanizado a todos os pacientes, independentemente de sua condição financeira ou local de origem. Ao longo de sua trajetória, consolidou-se como um modelo de gestão, inovação e solidariedade na área da saúde.

3.3 Técnicas de coleta e análise de dados

Os dados foram coletados de forma manual por uma equipe multidisciplinar composta por profissionais de enfermagem, médicos e gestores hospitalares, sendo disponibilizados em tempo real pela própria instituição. O registro das altas hospitalares ocorreu de maneira contínua ao longo do período analisado, possibilitando o cálculo dos intervalos de tempo entre a alta médica e a alta institucional, bem como a determinação das médias correspondentes, subsidiando a análise do tempo de permanência e da eficiência do processo de liberação de leitos.

Essa coleta minuciosa possibilitou a identificação dos gargalos que contribuíam para o prolongamento da permanência dos pacientes nos leitos e permitiu uma análise detalhada dos motivos específicos de atraso.

Para o tratamento dos dados, foi utilizado o software Minitab, uma ferramenta especializada em análise estatística, amplamente empregada em estudos de qualidade e engenharia de produção. Foram aplicadas ferramentas do CEP, como cartas de controle, testes de hipóteses e identificação de outliers, com o intuito de verificar a conformidade dos processos e antecipar desvios operacionais.

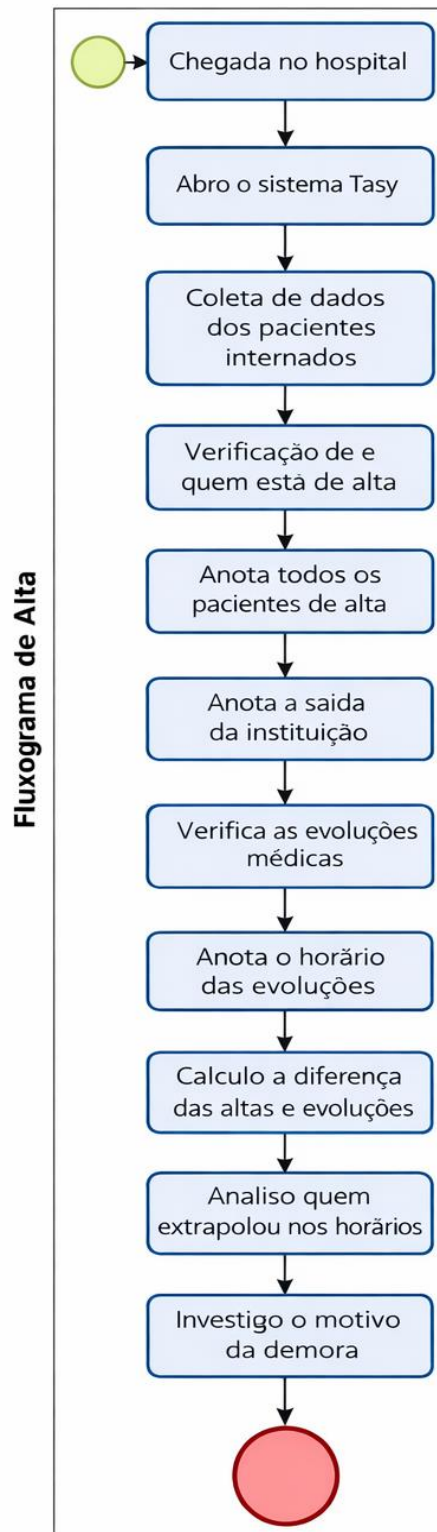
3.4 Procedimentos metodológicos - Etapas

Os procedimentos metodológicos adotados neste estudo seguiram uma sequência estruturada de etapas. Inicialmente, realizou-se o planejamento e a definição do objeto de estudo, delimitando-se o escopo temporal e espacial da pesquisa, com foco nas internações clínicas ocorridas entre os dias 24 de abril e 7 de maio de 2024. Em seguida, foi realizada a coleta de dados em campo, conduzida manualmente pelas equipes responsáveis no hospital, que acompanharam cada paciente desde a evolução médica até a liberação do leito. As informações foram registradas no sistema Tasy, utilizado pela instituição, o que garantiu a fidelidade dos dados e possibilitou a construção de indicadores confiáveis para a aplicação de ferramentas estatísticas.

Após a coleta de dados, as informações referentes a cada paciente foram organizadas em uma planilha eletrônica, contendo os registros de horário da evolução médica e do momento de liberação do leito. A partir desses dados, foi calculado o tempo de permanência do paciente após a alta médica, por meio da subtração entre o horário de saída e o horário da evolução. Essa análise permitiu identificar que, em grande parte dos casos, o tempo de liberação do leito ultrapassava o limite considerado adequado. Com todos os dados organizados, foi aplicada a média aritmética dos tempos individuais, possibilitando a determinação do tempo médio de permanência dos pacientes após a alta médica. Esse indicador serviu de base para avaliar a eficiência do processo atual e propor melhorias direcionadas à redução desse tempo.

Com base nessas informações, foi elaborada a construção de um fluxograma do processo de internação até a alta, utilizando a ferramenta Bizagi (Figura 1), o que permitiu uma representação visual clara e precisa do fluxo hospitalar. Posteriormente, os dados coletados foram submetidos ao tratamento estatístico, utilizando-se o software Minitab, que viabilizou a aplicação de ferramentas estatísticas, especialmente cartas de controle, com o objetivo de identificar pontos fora do padrão e monitorar a estabilidade dos processos analisados.

Figura 1 – Fluxograma da coleta de dados no setor de internação clínica



Fonte: Imagem da autora, via Bizagi

Por fim, foi realizada a análise crítica dos resultados, com base nos conceitos do Lean Healthcare e do CEP. Essa etapa permitiu avaliar o impacto dos gargalos identificados no tempo de permanência hospitalar e propor ações de melhoria voltadas à redução de atrasos nas altas e à otimização da gestão de leitos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados os principais resultados obtidos a partir da análise da realidade hospitalar, com base nos dados coletados no setor de enfermagem e no processo de liberação de altas médicas. Os resultados estão alinhados com o objetivo central do trabalho, que consiste em propor melhorias para a gestão de altas hospitalares por meio da aplicação de ferramentas da Engenharia de Produção, com ênfase nos princípios do Lean Healthcare, CEP e na metodologia Kanban.

Inicialmente, foi realizada a caracterização da organização, que se trata de uma instituição filantrópica de grande porte, referência nacional no atendimento oncológico gratuito, com unidades distribuídas em diversos estados brasileiros. A estrutura hospitalar é altamente especializada e possui grande volume de atendimento, com média superior a 1,7 milhão de procedimentos anuais. No entanto, apesar da excelência médica e tecnológica, a gestão de processos internos, especialmente aqueles relacionados ao tempo de alta hospitalar, ainda apresentava oportunidades de melhoria.

A partir disso, foi realizado o mapeamento do processo de alta hospitalar, envolvendo a coleta de dados de 61 pacientes internados em leitos de enfermagem, no período de 24/04/2024 a 07/05/2024. Os dados foram coletados de forma manual, por meio do acompanhamento contínuo dos prontuários e registros operacionais do setor de internação clínica, contemplando os horários da decisão médica de alta e da liberação efetiva do leito. As informações foram registradas com o apoio de uma equipe multidisciplinar e validadas junto aos setores responsáveis, assegurando a confiabilidade dos dados. A análise revelou que o tempo médio entre a decisão médica de alta e a liberação efetiva do leito foi de aproximadamente 5 horas e 45 minutos, valor considerado elevado frente à necessidade de maior rotatividade dos leitos para atendimento da demanda crescente por internações.

A composição desse intervalo temporal foi decomposta em etapas sequenciais do processo de alta, incluindo: (i) o tempo decorrido entre a decisão médica de alta e o registro formal da evolução no prontuário; (ii) o período destinado à prescrição, conferência e dispensação de medicamentos; (iii) o tempo de atuação dos serviços de apoio, como serviço

social e transporte; (iv) a preparação do paciente e do leito pela equipe de enfermagem; e (v) a liberação administrativa final do leito no sistema institucional.

Para fins de análise, foi utilizado um fluxograma do processo, que permitiu a representação visual das etapas envolvidas desde a emissão da evolução médica até a liberação final do leito, evidenciando a ocorrência de gargalos principalmente nos setores de farmácia, equipe médica, serviço social, transporte e enfermagem, os quais contribuíram de forma significativa para o aumento do tempo total de liberação.

Com base nesse diagnóstico, aplicou-se o diagrama de *Ishikawa* (Figura 2), ferramenta clássica da gestão da qualidade, com o objetivo de identificar de forma estruturada as principais causas da demora no processo de alta hospitalar. A utilização do diagrama ocorreu no contexto da abordagem *Lean Healthcare*, a qual orienta a análise crítica dos processos com foco na eliminação de desperdícios e na melhoria do fluxo assistencial.

Dentre os fatores críticos observados, destacam-se a ausência de padronização na comunicação entre os setores, a falta de sincronia entre as liberações de medicação, transporte e documentação, bem como a resistência a mudanças por parte de algumas equipes. A análise possibilitou a organização das causas potenciais segundo as categorias de métodos, pessoas, máquinas, materiais e ambiente, fornecendo subsídios consistentes para a estruturação do plano de ação proposto.

Figura 2– Diagrama de *Ishikawa*



Fonte: Autoria própria

Em seguida, foi empregado o Controle Estatístico de Processo (CEP) por meio da utilização de cartas de controle, com o objetivo de monitorar a variabilidade do tempo de alta

hospitalar ao longo do período analisado. A análise foi realizada com base na amostra composta por 61 observações correspondentes aos pacientes internados em leitos de enfermaria no período de 24/04/2024 a 07/05/2024, considerando, para cada caso, o intervalo de tempo entre a decisão médica de alta e a liberação efetiva do leito. Os dados foram tratados individualmente, possibilitando a construção de cartas de controle de valores individuais, por meio das quais foram identificados diversos pontos fora dos limites de controle, indicando instabilidade no processo e a ocorrência de variações associadas a causas especiais.

Adicionalmente, foi identificado um custo médio de R\$ 23,45 por hora/leito, valor fornecido pelo setor administrativo da instituição. Esse custo contempla despesas relacionadas ao consumo de materiais, medicamentos, bem como aos custos associados à atuação das equipes assistenciais, incluindo profissionais de enfermagem e médicos. Tal resultado reforça o impacto econômico decorrente da demora na liberação dos leitos e evidencia a necessidade de otimizar o tempo de permanência hospitalar após a autorização da alta médica.

Como proposta de melhoria, foi estruturado um sistema baseado na lógica do Kanban, por meio da utilização de um quadro físico e visual, conforme apresentado na Figura 2, instalado no posto de enfermagem. O quadro foi organizado por pendências do processo de alta hospitalar, tais como: aguardando evolução médica, pendente de documentação, liberação de medicação, alta autorizada e leito pronto, permitindo o acompanhamento em tempo real do status de cada paciente em processo de alta. Essa ferramenta possibilita uma gestão visual do fluxo assistencial, facilitando a comunicação entre os diferentes setores envolvidos e promovendo maior fluidez e sincronização das atividades.

Além disso, foram recomendadas medidas complementares voltadas à padronização e à antecipação das etapas críticas do processo de alta hospitalar, definidas a partir da análise dos gargalos identificados no mapeamento do processo, no diagrama de Ishikawa e nos resultados do Controle Estatístico de Processo. A padronização da realização e do registro da evolução médica de alta até as 10h foi proposta considerando a rotina institucional, na qual ocorre, às 11h, uma reunião multiprofissional para discussão dos casos clínicos, momento em que são reforçados os pacientes com previsão de alta. Dessa forma, a formalização da evolução médica antes desse horário permite que as informações estejam consolidadas e alinhadas entre as equipes, favorecendo o acionamento antecipado dos setores de apoio e reduzindo o tempo de espera entre a decisão médica e a liberação efetiva do leito.

De maneira complementar, a antecipação da solicitação de medicamentos de alta foi recomendada em função da identificação da farmácia como um dos principais gargalos do processo, conforme evidenciado no mapeamento do fluxo e na análise causal. Adicionalmente,

propôs-se o envolvimento do serviço social no dia anterior à previsão de alta, considerando que pendências administrativas e sociais foram identificadas como causas recorrentes de atraso, permitindo sua resolução prévia e contribuindo para maior fluidez e previsibilidade no processo de liberação dos leitos.

Figura 3– Quadro Kanban

LEITO	NOME DO PACIENTE	ESPECIALIDADE	PENDÊNCIA
		- Selam - mark -	2 - 5 + 500 - 250 - 100 - 100 - 100
2	1 - ...	10 - 10	
10	Petrônio Al. da Silva	(Onco Dig)	Termim de
18	Epigema G. Pinto	Onco Dig	Termim de

Fonte: Foto autoria própria

Os resultados da aplicação das ferramentas da Engenharia de Produção demonstraram-se efetivos tanto na identificação dos gargalos quanto na proposição de soluções práticas, de baixo custo e alto impacto. A adoção de um sistema visual baseado em Kanban e o uso de indicadores como o tempo médio de alta e o custo por hora/leito permitem não apenas um controle mais eficaz, mas também uma gestão mais estratégica do fluxo hospitalar. Isso contribui diretamente para a redução do tempo de ocupação de leitos, aumento da rotatividade e maior capacidade de atendimento, sem necessidade de expansão estrutural.

4.1 Realidade empresarial

A realidade atual do hospital evidencia desafios significativos relacionados à gestão da ocupação de leitos. No período analisado, observou-se que o tempo médio entre a alta médica

e a liberação efetiva do leito foi de aproximadamente 5 horas e 45 minutos, valor considerado elevado diante da necessidade de maior rotatividade para atendimento da demanda crescente.

Além disso, a instituição apresentou taxa média de ocupação de aproximadamente 90% no ano de 2024, indicador que, embora demonstre alta utilização da capacidade instalada, reduz a margem operacional para absorver variações na demanda e aumenta o risco de superlotação.

No que se refere ao giro de leitos, verificou-se baixa rotatividade associada ao prolongamento do tempo de permanência pós-alta médica, comprometendo a eficiência do fluxo assistencial.

Considerando que boas práticas de gestão hospitalar recomendam a liberação do leito em até 2 horas após a alta médica (referência utilizada como meta operacional interna), os resultados encontrados indicam desempenho abaixo do esperado.

Dessa forma, os indicadores de desempenho (KPIs) analisados — tempo médio de permanência pós-alta, taxa de ocupação e giro de leitos — demonstraram fragilidades no processo, impactando diretamente a capacidade de atendimento, os custos operacionais e a qualidade da assistência prestada aos pacientes.

Diante desse cenário, tornou-se necessária a adoção de ferramentas da gestão da qualidade para compreender e tratar as causas estruturais do problema.

A identificação das variações e dos desvios do processo de alta hospitalar foi realizada por meio da aplicação de cartas de controle, ferramenta do CEP, que possibilitou o monitoramento sistemático do comportamento do tempo de permanência dos pacientes ao longo do período analisado. A análise das cartas evidenciou a presença de pontos fora dos limites de controle estatístico, bem como indícios de causas especiais de variação, indicando instabilidade do processo e a existência de gargalos e ineficiências no fluxo assistencial.

Com base nesses achados, foi estruturado um plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H, apresentada na Tabela 1, com o objetivo de definir de forma clara, objetiva e sistemática as ações necessárias para a melhoria do processo de liberação de leitos. A aplicação do 5W2H permitiu detalhar o que será feito, os motivos da intervenção, os setores envolvidos, o período de execução, os responsáveis, a forma de implementação e os custos associados.

Dessa forma, o plano de ação proposto direciona-se à redução do tempo de permanência nos leitos após a alta médica, contribuindo para a padronização dos processos, a redução da variabilidade operacional e a promoção da eficiência e da melhoria contínua na gestão hospitalar.

Tabela 1 – Plano de ação proposto segundo a ferramenta 5W2H

Dimensão	Descrição
O que (What)	Implementar um sistema de gestão visual do processo de alta hospitalar, aliado à padronização das etapas críticas do fluxo de liberação de leitos.
Por que (Why)	Reduzir o tempo entre a decisão médica de alta e a liberação efetiva do leito, minimizando gargalos, variações do processo e desperdícios identificados por meio das cartas de controle.
Onde (Where)	Setores de internação clínica e posto de enfermagem do hospital estudado.
Quando (When)	Após a aprovação do plano de ação, com início imediato e acompanhamento contínuo dos resultados.
Quem (Who)	Equipe multiprofissional composta por médicos, enfermagem, farmácia, serviço social e gestão hospitalar.
Como (How)	Utilização de um quadro físico de acompanhamento das pendências de alta, padronização do horário da evolução médica, antecipação da solicitação de medicamentos de alta e alinhamento entre os setores envolvidos no processo.
Quanto custa (How much)	Baixo custo de implementação, restrito à confecção do quadro visual e à capacitação das equipes, sem necessidade de investimentos financeiros significativos.

Fonte: Tabela autoria própria

A Carta de Controle I-AM (Valores Individuais e Amplitude Móvel) foi empregada para a análise dos dados coletados no hospital, uma ferramenta abrangente para acompanhar processos com amostras reduzidas ou intervalos irregulares entre as profundezas (MONTGOMERY, 2020). Neste contexto, como justificativa para a escolha, a Amplitude Móvel (AM) é determinada pela diferença absoluta entre dois pontos consecutivos do processo ($|X_i - X_{i-1}|$), tornando-se assim uma ferramenta suscetível a flutuações de curto prazo.

Esta característica é particularmente pertinente em ambientes hospitalares, onde processos como a permanência em leitos podem sofrer variações repentinas devido a fatores

imprevisíveis, como emergências médicas, demoras na execução de exames ou problemas no processo de alta (Santos, 2019). A AM, ao acompanhar essas flutuações pontuais, possibilita a detecção ágil de desvios, o que facilita ações imediatas para preservar a estabilidade do processo e a excelência no atendimento. Assim, sua implementação não apenas melhora a administração de recursos, mas também promove a segurança do paciente e a eficácia operacional dos estabelecimentos de saúde.

A seguir, apresentam-se as equações utilizadas para o cálculo do Limite Superior de Controle (LSC), conforme a Fórmula (1), do Limite Inferior de Controle (LIC), conforme a Fórmula (2), e do Limite Central (LC), conforme a Fórmula (3), em que $\bar{X}$ representa a média dos valores observados e $\bar{MR}$ corresponde à amplitude móvel entre as observações:

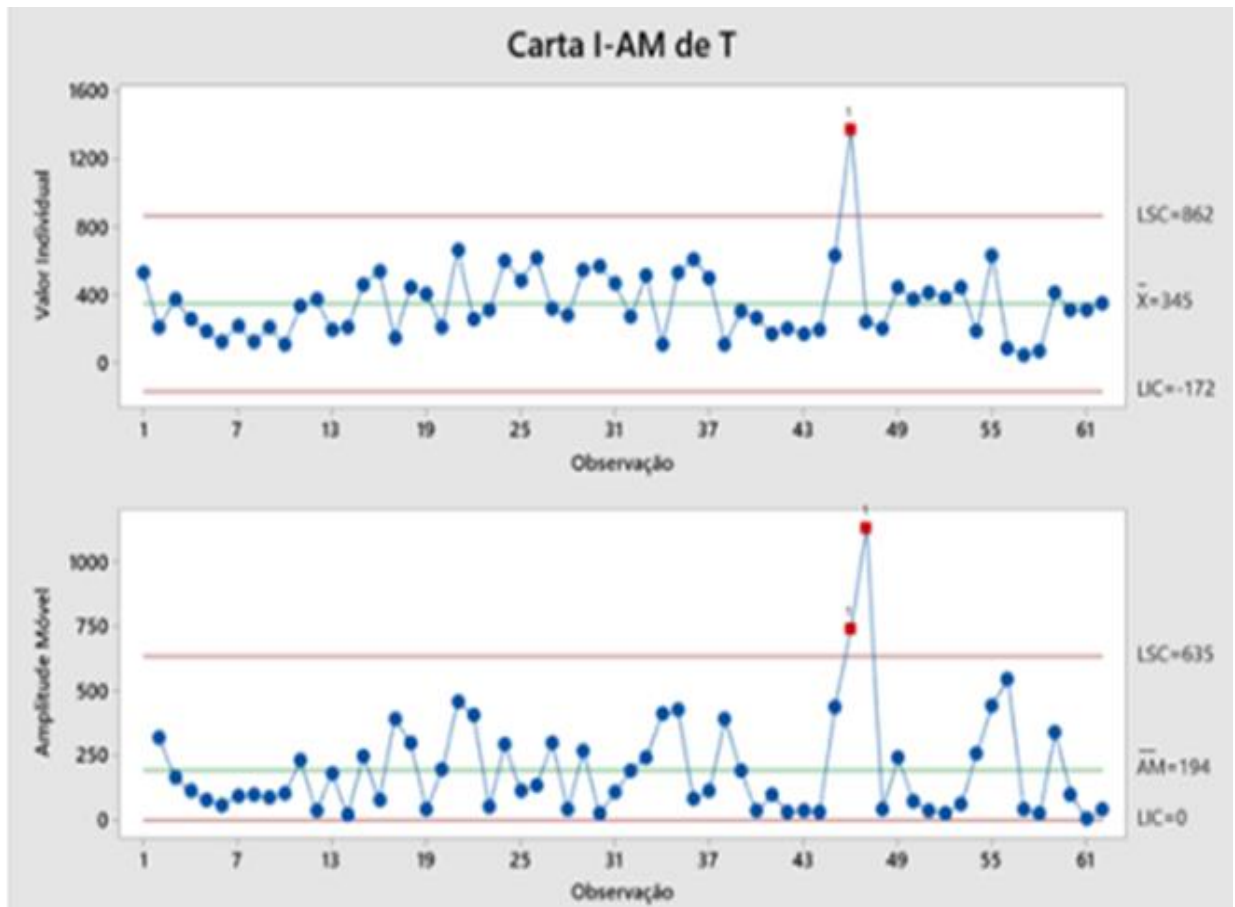
$$\text{LSC} = \bar{X} + 2,66 * \bar{MR} \quad 1$$

$$\text{LIC} = \bar{X} - 2,66 * \bar{MR} \quad 2$$

$$\text{LC} = \text{Própria média das amostras} \quad 3$$

A Figura 4 apresenta a carta de controle dos valores individuais e da amplitude móvel do tempo de espera em minutos nos leitos hospitalares, sendo o primeiro gráfico referente aos valores individuais e o segundo à amplitude móvel. Essa representação permite analisar a estabilidade do processo ao longo do tempo, bem como identificar possíveis variações atípicas, auxiliando na compreensão do comportamento do tempo de espera e no suporte à tomada de decisões voltadas à melhoria do fluxo hospitalar.

Figura 4 – Carta de controle do valor individual (1º gráfico) e da amplitude móvel (2º gráfico) do tempo de espera nos leitos.



Fonte: Imagem dos autores, via Minitab

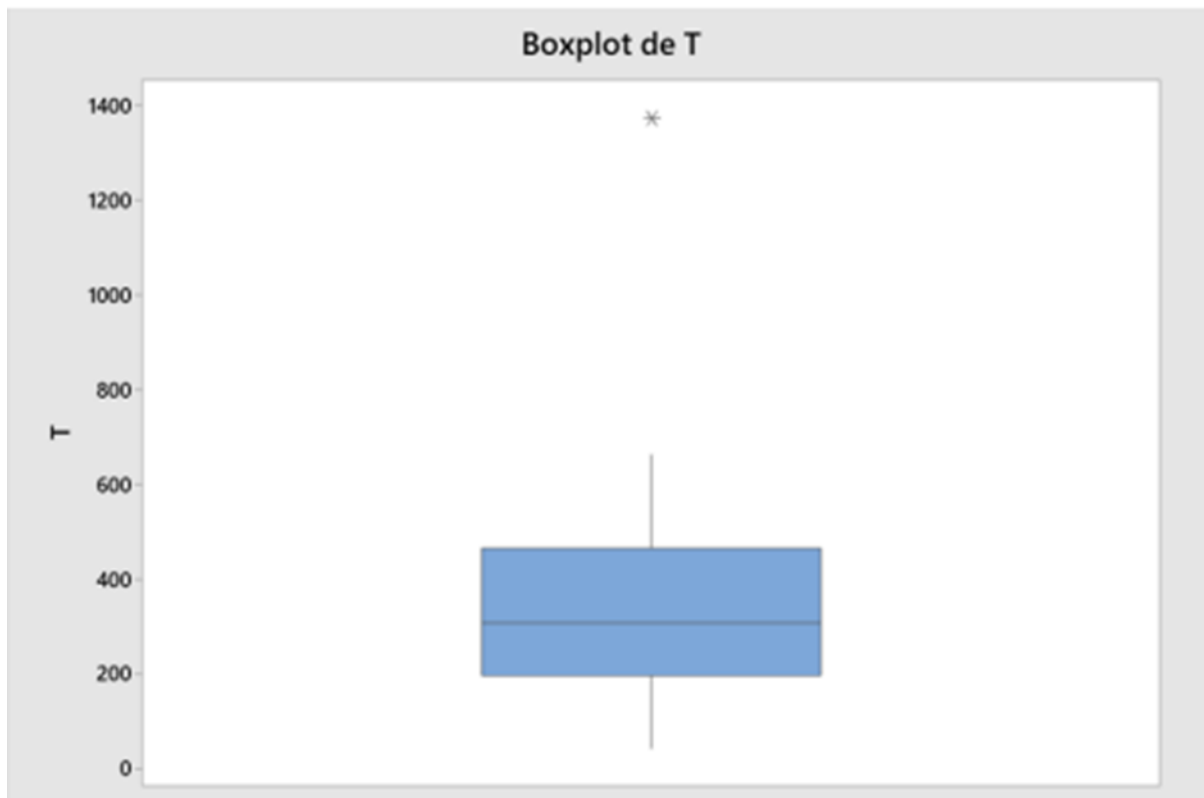
Conforme apresentado na Figura 4, referente aos valores individuais do tempo de permanência após a alta médica, observa-se a presença de um ponto significativamente acima do limite superior de controle (LSC), indicando um comportamento atípico do processo em relação à meta estabelecida de redução do tempo médio de liberação de leitos. O monitoramento por meio das cartas de controle não constitui a meta em si, mas sim o instrumento utilizado para avaliar se o processo está operando de forma estável e alinhada aos padrões e objetivos definidos.

Diante desse desvio em relação à meta, foi realizada uma análise complementar no software Minitab, com a finalidade de verificar se o ponto identificado se caracterizava como um outlier. Para tal, utilizaram-se duas ferramentas estatísticas de identificação de valores atípicos: o diagrama de caixa (boxplot) e o teste de Grubbs. A aplicação dessas técnicas permitiu avaliar se a observação extrema resultava de uma causa especial de variação ou se representava

um comportamento inerente à variabilidade natural do processo, fornecendo subsídios para a tomada de decisão quanto à sua manutenção ou exclusão nas análises subsequentes.

A seguir, na Figura 5, é possível observar no Boxplot, a distância entre o ponto 46 representado por um asterisco e os demais pontos que se encontram bem mais abaixo, apresentando indícios de que o ponto seja um outlier.

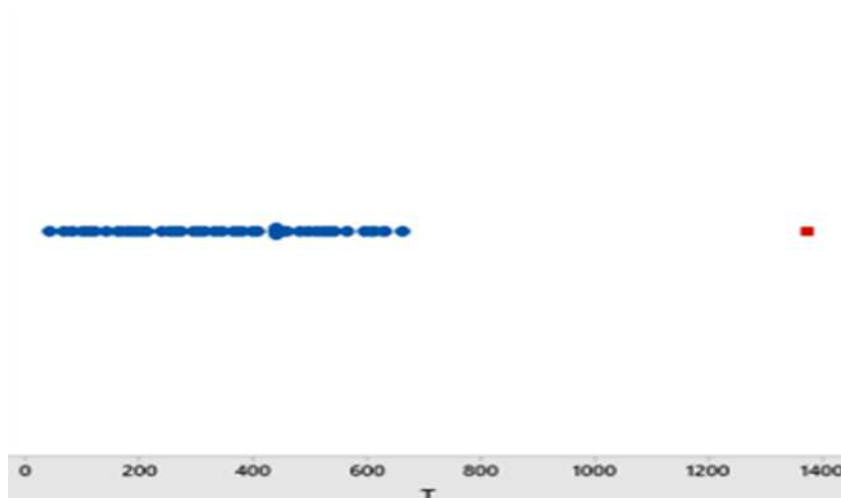
Figura 5 – Gráfico Boxplot dos tempos de espera com destaque do ponto 46.



Fonte: Imagem dos autores, via Minitab

No teste de Grubbs, com nível de significância $\alpha = 0,05$, foi utilizada como hipótese nula todos os valores de dados serem provenientes da mesma população normal, e como hipótese alternativa o maior ou o menor dos dados ser um *outlier*.

Figura 6- Gráfico *Outlier* de T, plotado a partir do teste de Grubbs



Fonte: Imagem dos autores, via Minitab

Abaixo, apresenta-se a Tabela 2, que descreve os resultados do teste de Grubbs aplicado aos dados representados na figura anterior. Essa tabela complementa a análise da carta de controle, permitindo a identificação de possíveis valores discrepantes no tempo de espera nos leitos hospitalares e contribuindo para a avaliação da consistência e confiabilidade dos dados analisados.

Tabela 2 – Resultado teste de Grubss

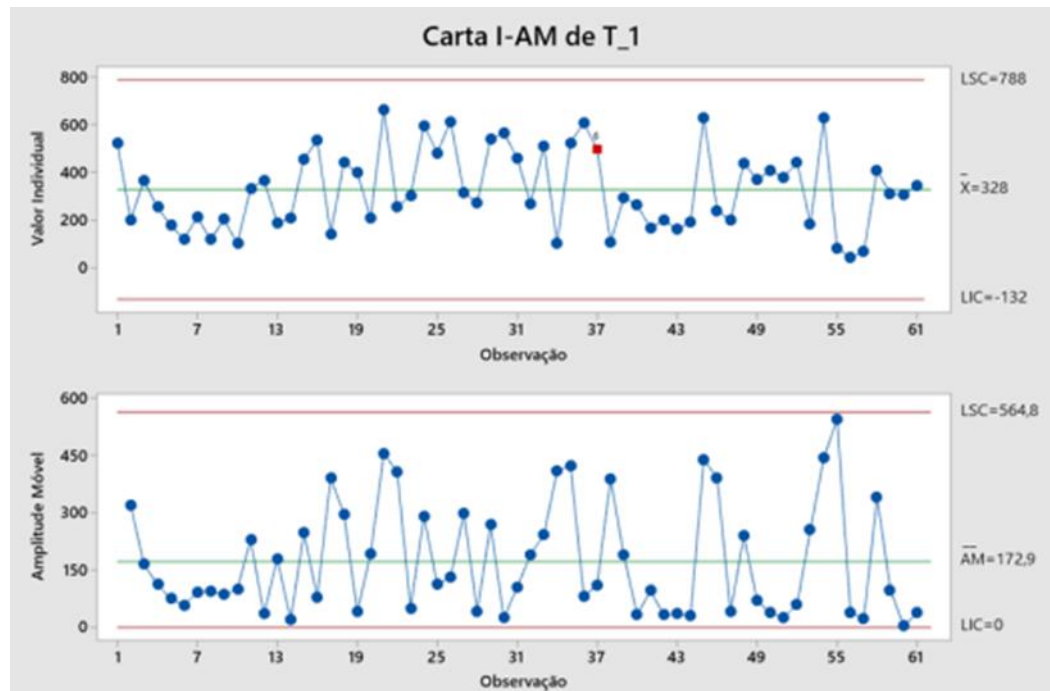
min	máx	G	P
44,00	2373,05	4,83	0,000

Fonte: Tabela autoria própria

Conforme ilustrado na Figura 6, o teste de Grubbs confirmou que o ponto 46 é estatisticamente um outlier (valor- $p = 0,000 < \alpha = 0,05$). Em um estudo de caso presencial, a investigação da causa raiz desse *outlier* (ponto 46) é fundamental, pois sua simples remoção estatística, sem a devida explicação clínica, pode empobrecer a análise qualitativa. Destaca-se que a presença de *outliers* em ambientes hospitalares pode estar associada a fatores como casos clínicos complexos, imprevistos operacionais ou variações naturais em processos dinâmicos (Montgomery, 2020).

A Figura 7 apresenta o novo gráfico do tempo de espera nos leitos hospitalares após a remoção do valor discrepante (*outlier*), permitindo uma análise mais consistente do comportamento do processo e da sua estabilidade, sem a influência de observações atípicas.

Figura 7- Nova carta de controle do tempo de espera dos pacientes nos leitos sem o outlier



Fonte: Imagem dos autores, via Minitab

A nova carta de controle, apresentada no gráfico de valores individuais, indica a não conformidade com um dos critérios de decisão do software Minitab, especificamente a regra: “4 de 5 pontos com mais de 1 desvio padrão da linha central, em um mesmo lado da LC”. No período analisado, essa condição é observada na sequência dos pontos 33 a 37, configurando evidência estatística de que o processo de liberação de leitos encontra-se fora de controle estatístico.

Entretanto, embora o resultado aponte instabilidade do processo sob a ótica do Controle Estatístico de Processo, é importante destacar que esse comportamento pode estar associado não apenas a falhas operacionais, mas também à natureza do uso do leito, como diferenças no perfil clínico dos pacientes, complexidade assistencial, necessidade de cuidados prolongados ou particularidades do tratamento. Dessa forma, os desvios identificados não devem ser interpretados exclusivamente como ineficiências do processo, mas também como reflexo da variabilidade inerente à assistência hospitalar.

Nesse sentido, sugere-se que estudos futuros aprofundem a análise por meio da classificação dos leitos e dos pacientes, considerando variáveis como tipo de patologia, grau de complexidade, dependência assistencial e especialidade clínica. Tal abordagem permitiria uma interpretação mais precisa das causas da variabilidade observada, contribuindo para o

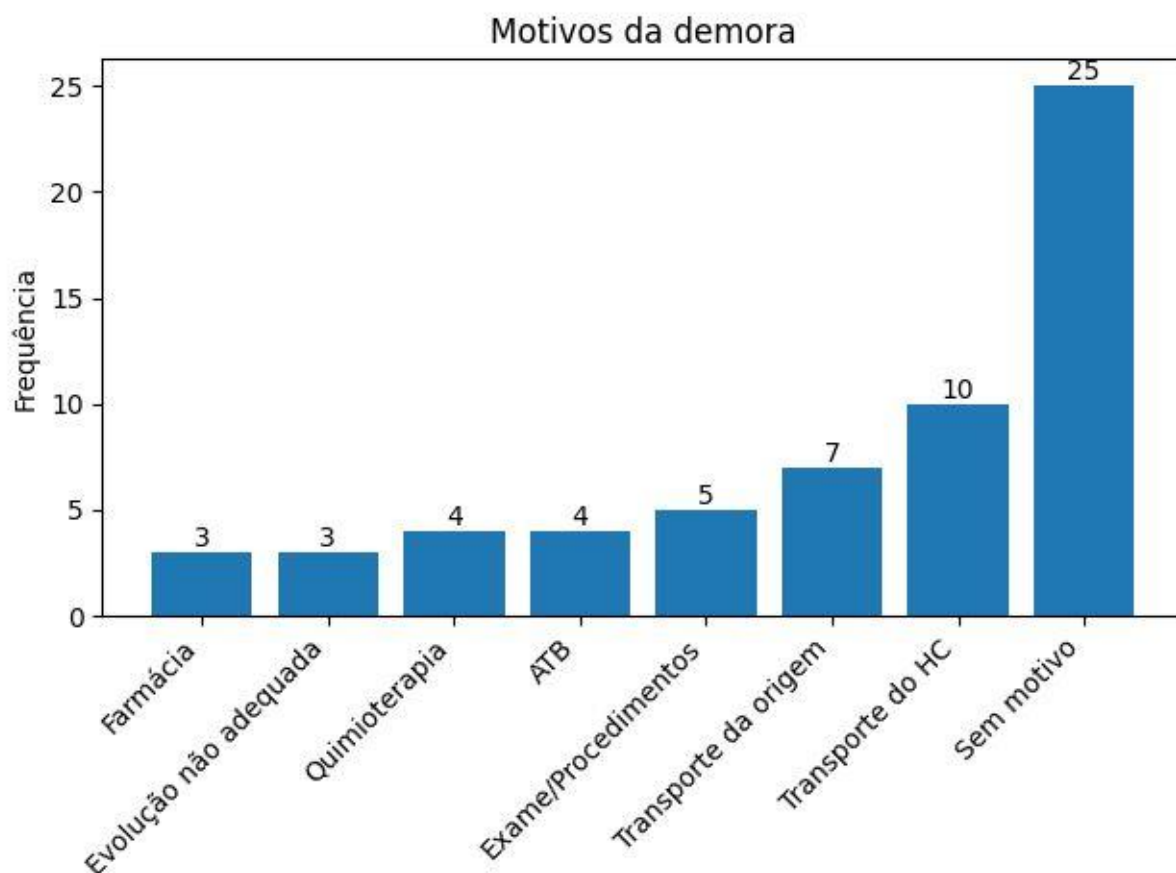
aprimoramento do uso do CEP em ambientes hospitalares e para a proposição de melhorias mais direcionadas e contextualizadas.

Com o objetivo de compreender de forma mais aprofundada os gargalos associados à logística de ocupação dos leitos de internação clínica, foi realizada uma investigação interna no hospital visando identificar as razões que levaram os pacientes da amostra a permanecerem ocupando o leito mesmo após a emissão da alta médica. Essa etapa da pesquisa teve caráter analítico e buscou detalhar os fatores operacionais, assistenciais e administrativos que interferem no intervalo entre a decisão médica de alta e a liberação efetiva do leito.

A coleta dessas informações foi realizada por meio do acompanhamento dos processos de alta hospitalar e da análise dos registros operacionais, complementada por observação direta e consulta aos profissionais envolvidos (enfermagem, equipe médica, serviço social, farmácia e setor administrativo). As causas identificadas foram categorizadas de acordo com sua natureza, permitindo a consolidação dos principais gargalos responsáveis pela permanência prolongada dos pacientes nos leitos após a alta médica.

Os resultados dessa análise estão apresentados graficamente na Figura 8, que sintetiza os principais gargalos identificados no processo de liberação dos leitos, evidenciando os fatores com maior impacto sobre o tempo de permanência hospitalar e subsidiando a proposição das melhorias discutidas nas seções subsequentes.

Figura 8 – Gráfico de barras que indica as principais razões pelas quais os leitos são ocupados.



Fonte: Autora, via Excel

4.2 Aplicação de metodologias e/ou ferramentas da engenharia de produção

Para a redução do tempo de permanência dos pacientes nos leitos após a alta médica, faz-se necessária a definição de objetivos estratégicos fundamentados nas ferramentas consolidadas da gestão da qualidade e da Engenharia de Produção, a partir dos problemas identificados na análise do processo. Dentre os principais objetivos, destacam-se a redução da variabilidade do tempo de liberação por meio do Controle Estatístico de Processo (CEP), a eliminação de desperdícios relacionados à espera e à retrabalho conforme os princípios do Lean Healthcare, a padronização das etapas críticas do processo de alta hospitalar e o fortalecimento da gestão visual e da comunicação intersetorial, visando maior previsibilidade, fluidez e eficiência no fluxo assistencial.

- **Transporte:** Implementar uma melhoria na coordenação logística, visando otimizar o tempo e agilizar o contato entre os motoristas e a casa de apoio, especialmente para os pacientes que permanecerão na cidade em que o hospital se localiza. Recomenda-se a

criação de um sistema de agendamento para prever o momento da alta e planejar o transporte com antecedência. Para pacientes provenientes de outras cidades que retornarão à sua origem, estabelecer um protocolo para agendar o transporte no dia anterior à alta, garantindo a pontualidade dos motoristas.

- **Farmácia:** Enfatizar a comunicação entre os profissionais de saúde para agilizar a entrega de medicamentos, especialmente no caso de opioides, reduzindo assim o tempo de espera dos pacientes.
- **Exames/Procedimentos:** Implementar altas programadas para adiantar procedimentos que dependem de outros setores, como reposição de potássio, transfusão de sangue, tomografia e quimioterapia. Dessa forma, os pacientes não precisariam esperar tanto tempo no leito, pois os procedimentos seriam realizados de forma mais eficiente e oportuna.
- **Antibióticos (ATB):** Estabelecer um protocolo para que a alta médica seja condicionada à conclusão do uso de antibióticos, conforme prescrito pelo médico. Isso garantiria que os pacientes completassem seus regimes de tratamento de forma adequada antes da alta, contribuindo para uma recuperação mais eficaz e reduzindo o risco de complicações pós-alta.

Em relação às ocupações de leitos categorizadas em “sem motivo específico”: recomenda-se que a administração interna do hospital identifique esses casos para orientar da melhor maneira os profissionais para que evitem situações como estas, para não correr o risco de não haver leitos para quem, de fato, necessite em casos mais complexos.

Foi criado um quadro Kanban fixado na parede do setor, com o objetivo de tornar visual e acessível a todas as equipes envolvidas o status das altas hospitalares. Esse quadro exibe de forma clara quais pacientes estão prontos para liberação, quais etapas ainda faltam ser concluídas e quem são os responsáveis por cada tarefa. A padronização visual do fluxo da alta, por meio do Kanban, facilitou a comunicação entre os setores, reduzindo falhas e atrasos. Além disso, o Kanban promoveu maior organização e agilidade no processo, permitindo que as equipes identifiquem rapidamente os gargalos e atuem para solucioná-los, contribuindo para a melhoria contínua da gestão do fluxo de pacientes.

Para complementar as melhorias propostas e ampliar a eficiência do processo de alta hospitalar, recomenda-se a padronização dos processos e protocolos por meio do desenvolvimento de checklists e procedimentos padrão para cada etapa, garantindo que todas as equipes sigam um fluxo homogêneo e que nenhuma atividade seja negligenciada. A

implantação de rotinas de auditoria pode contribuir para verificar a aderência a esses protocolos e assegurar a qualidade do processo. Além disso, é fundamental promover treinamentos periódicos para as equipes de enfermagem, farmácia, transporte e médicos, com o objetivo de alinhar o entendimento sobre o fluxo de alta e o uso do quadro Kanban, fortalecendo a cultura de melhoria contínua e incentivando sugestões e feedbacks dos colaboradores.

A implementação de indicadores-chave de desempenho (KPIs) constituiu uma estratégia fundamental para o monitoramento e a análise do processo de liberação de leitos hospitalares. Neste estudo, foram utilizados como principais KPIs: o tempo médio entre a alta médica e a liberação efetiva do leito, a variabilidade desse tempo, monitorada por meio de cartas de controle do CEP, o tempo de dispensação de medicamentos de alta e o tempo de transporte do paciente. O acompanhamento sistemático desses indicadores, realizado ao longo do período analisado, permitiu identificar desvios, gargalos operacionais e tendências de instabilidade no processo, subsidiando a proposição de melhorias.

Adicionalmente, recomenda-se que esses KPIs sejam monitorados de forma contínua, preferencialmente em periodicidade semanal, a fim de possibilitar a avaliação de avanços ou retrocessos no desempenho do processo e a adoção de ações corretivas de maneira tempestiva. Para apoiar esse monitoramento e reduzir falhas de comunicação, sugere-se a integração do sistema Tasy com ferramentas de agendamento e gestão logística, viabilizando notificações automáticas às equipes assistenciais e de apoio quando o paciente estiver em processo de alta ou próximo da liberação do leito.

Estabelecer reuniões periódicas entre os setores envolvidos é importante para revisar os processos, discutir os indicadores de desempenho e ajustar as ações conforme as necessidades identificadas. A realização de análises de causas raiz em casos de atrasos persistentes deve ser incentivada para buscar soluções efetivas. No que diz respeito à gestão de recursos, é necessário planejar a alocação adequada de pessoal e materiais nos períodos de maior demanda, avaliando ainda a possibilidade de veículos dedicados para o transporte hospitalar, de modo a otimizar a logística.

Por fim, a automação e a digitalização do processo de alta hospitalar configuram-se como estratégias relevantes para o aprimoramento da gestão dos leitos. Conforme apresentado na Tabela 3, a implementação de um sistema digital de Kanban, aliado à atualização das informações em tempo real e à integração com sistemas hospitalares, pode ampliar a visibilidade do fluxo de pacientes, reduzir falhas de comunicação entre os setores e apoiar o acompanhamento remoto pelos gestores. Essas iniciativas contribuem para a melhoria contínua da gestão hospitalar e para a redução dos tempos de espera nos leitos após a alta médica.

Tabela 3 – Propostas de automação e digitalização do processo de alta hospitalar

Proposta	Descrição	Objetivo	Benefícios esperados
Kanban digital	Implementação de um sistema digital de Kanban acessível via tablets ou computadores nos setores assistenciais	Facilitar o acompanhamento do status da alta hospitalar em tempo real	Redução de falhas de comunicação, maior transparência do processo e agilidade na tomada de decisão
Atualização em tempo real	Registro imediato das etapas do processo de alta no sistema digital	Garantir informações atualizadas para todas as equipes envolvidas	Diminuição de atrasos e retrabalhos decorrentes de informações desatualizadas
Acompanhamento remoto	Possibilidade de monitoramento do fluxo de pacientes por gestores, mesmo fora do setor	Ampliar a visibilidade e o controle do processo	Melhoria do controle gerencial e respostas mais rápidas a desvios
Integração com sistemas hospitalares	Integração do Kanban digital com sistemas de gestão hospitalar (ex.: Tasy)	Automatizar notificações e reduzir dependência de comunicação manual	Aumento da eficiência operacional e redução do tempo de permanência pós-alta

Fonte: Tabela autoria própria

4.3 Custo Comparativo do Tempo de Alta

Com o objetivo de quantificar os impactos operacionais e financeiros decorrentes do tempo de espera dos pacientes nos leitos após a alta médica, apresenta-se a organização do tempo médio atual de permanência no leito e do custo estimado por hora/leito, calculado com base no valor médio de R\$ 23,45 por hora, fornecido pela instituição hospitalar. Esse valor contempla os custos relacionados a materiais, medicamentos utilizados pelos pacientes, bem como as despesas associadas à atuação das equipes de enfermagem e médica.

Durante um *brainstorming* com a chefe da enfermagem do hospital, foi sugerido que o tempo ideal de permanência após liberação médica não ultrapasse 2 horas, com o objetivo de otimizar o giro de leitos, reduzir custos e melhorar a eficiência operacional.

Com base nos dados analisados, o tempo médio de espera para alta hospitalar atualmente é de 5 horas e 45 minutos. A redução do tempo para a meta de 2 horas diminuiria significativamente o custo por alta.

Considerando o número de 61 altas realizadas entre os dias 12/05 e 29/05, o custo total gerado exclusivamente pelo tempo de espera para alta, na situação atual, representa 100% do valor gasto nesse período. Se o tempo de alta fosse reduzido para 2 horas, o custo total seria equivalente a apenas 35% do valor atual, gerando uma economia potencial de aproximadamente 65% no período analisado.

Esse valor evidencia a magnitude da economia gerada por uma simples reorganização de processos hospitalares, sem a necessidade de investimentos em infraestrutura, apenas com ajustes operacionais e comunicacionais entre as equipes envolvidas.

Essa economia destaca o impacto financeiro positivo de uma gestão mais eficiente do tempo de alta, além de possibilitar uma maior disponibilidade de leitos para novos atendimentos.

A redução do tempo médio de alta traria diversos benefícios, incluindo financeiros, como a redução direta dos custos operacionais com a manutenção de pacientes em leitos; assistenciais, que se refletem no aumento da taxa de rotatividade de leitos, possibilitando o atendimento de mais pacientes; logísticos, com a melhora no fluxo hospitalar e a prevenção de sobrecargas nos setores de internação; e de humanização, ao diminuir a ansiedade dos pacientes e familiares diante da espera prolongada. Para promover essas melhorias, foram propostas e testadas durante o projeto a aplicação de metodologias Lean e a utilização de quadros Kanban como ferramentas de gestão visual do processo de alta.

5 CONCLUSÕES

A gestão da qualidade passou por uma verdadeira revolução ao longo dos anos. O que antes se resumia a simples inspeções evoluiu para um sistema integrado que permeia todos os setores de uma organização. Ferramentas como o Diagrama de Ishikawa, o Histograma e o CEP tornaram-se fundamentais para promover a melhoria contínua para alcançar a excelência operacional.

Neste estudo, buscou-se responder à seguinte pergunta de pesquisa: como ferramentas da Engenharia de Produção podem contribuir para a otimização do tempo de liberação de leitos hospitalares? Com base na aplicação prática realizada em um hospital especializado, conclui-se que a utilização da Carta de Controle I-AM, associada à análise de causas por meio do

boxplot, do teste de Grubbs e do gráfico de barras, mostrou-se adequada para identificar desvios, variabilidades e gargalos no processo de liberação de leitos.

Embora as propostas de melhoria não tenham sido implementadas no período analisado, as ferramentas aplicadas permitiram a identificação consistente das principais causas dos atrasos e a estruturação de soluções potencialmente eficazes, respondendo de forma satisfatória à pergunta de pesquisa no que se refere ao diagnóstico do processo e à proposição de melhorias fundamentadas em dados.

Os resultados mais relevantes incluíram a identificação de múltiplos pontos fora de controle estatístico, os quais impactavam negativamente a média do tempo de liberação dos leitos. Além disso, constatou-se que diversos fatores operacionais — como atrasos no transporte, na dispensação de medicamentos e na realização de exames — contribuem de forma significativa para o aumento do tempo de espera entre a alta médica e a liberação efetiva do leito.

A contribuição para a empresa envolvida está na proposição de melhorias práticas baseadas em evidências estatísticas, que podem reduzir o tempo de espera dos pacientes após receberem alta médica, otimizando a ocupação dos leitos e promovendo maior eficiência na gestão hospitalar.

Já em termos de contribuição para a prática, o trabalho reforça a viabilidade do uso de ferramentas estatísticas típicas da indústria em ambientes hospitalares, adaptando conceitos da engenharia de produção para o contexto da saúde. Isso demonstra que o CEP, por exemplo, é tão útil em um hospital quanto em uma linha de produção, promovendo processos mais previsíveis e de maior qualidade.

Como estudos futuros, recomenda-se o acompanhamento longitudinal das ações implementadas para medir os impactos no tempo médio de liberação de leitos, bem como o aprofundamento na análise de causas por setor (farmácia, transporte, equipe médica etc.). Também se sugere avaliar o comportamento de outras variáveis, como a taxa de reinternações e a satisfação do paciente.

Para dar continuidade ao trabalho, recomenda-se a implementação piloto das soluções propostas, como protocolos de agendamento de transporte e melhorias na comunicação entre setores. Após essa etapa, deve-se realizar nova coleta e análise de dados, com o objetivo de validar os resultados, ajustar estratégias e estruturar um plano de expansão das melhorias para outros setores do hospital.

Assim, a gestão da qualidade ultrapassa o âmbito técnico, assumindo um papel estratégico vital para a sustentabilidade e o sucesso organizacional. A adoção dessas práticas

pode promover uma otimização significativa na gestão de recursos hospitalares, resultando em um atendimento mais eficiente, humanizado e sustentável.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, D. J. *Kanban: successful evolutionary change for your technology business*. Sequim: Blue Hole Press, 2010.

BESTERFIELD, D. H. *Quality control*. 8. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2009.

CARVALHO, M. M.; RABECHINI, R. *Gestão de projetos: conceitos, técnicas e aplicações*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CASTAÑO DOSTE, C.; MARTÍNEZ, J.; GÓMEZ, P. Gestão sanitária em centros de saúde: análise com diagrama de Ishikawa. *Journal of Health Management*, 2025.

CAVALCANTI, M. *Gestão da qualidade: ferramentas e métodos para melhoria contínua*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CÉSAR, F. I. G. *Ferramentas básicas da qualidade: instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua*. São Paulo: Biblioteca24horas, 2011. Disponível em: <https://www.biblioteca24horas.com.br/livro/ferramentas-basicas-de-qualidade>. Acesso em: 18 set. 2024.

COSTA, L. B. M.; GODINHO FILHO, M. Lean healthcare: review, classification and analysis of literature. *Production Planning & Control*, v. 27, n. 10, p. 823–836, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1141289>.

CUNHA, G. G.; SILVA, J. C.; FRANCO, F. S. Lean Healthcare: aplicação dos conceitos enxutos em hospitais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 45., 2025. Anais [...]. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_345_1776_41450.pdf. Acesso em: 25 abr. 2025.

DAYCHOUM, M. *Estatística aplicada à gestão hospitalar*. São Paulo: Editora Médica, 2016.

DEMING, W. E. *Out of the crisis*. Cambridge: MIT Press, 1986.

GRABAN, M. *Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee engagement*. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. *Technometrics*, v. 11, n. 1, p. 1–21, 1969.

ISHIKAWA, K. *What is total quality control? The Japanese way*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1985.

ISO. *ISO 8258:1991 – Shewhart control charts*. Geneva: International Organization for Standardization, 1991.

KOTLER, P. *Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LACERDA, F. A. B. *Gestão da qualidade total: teoria e prática*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

LIKER, J. K. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004.

LIKER, J. K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIRA, A.; SOUZA, R.; SILVA, M. Aplicação do diagrama de Ishikawa na identificação de causas de surtos hospitalares. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2017.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. *Gestão da qualidade e processos*. Rio de Janeiro: FGV, 2012.

MAXIMIANO, A. C. A. *Introdução à administração*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MONTGOMERY, D. C. *Introduction to statistical quality control*. 7. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

OHNO, T. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Portland: Productivity Press, 1988.

OLIVEIRA, M. P. S. et al. Mapeamento de processos em hospitais: um estudo de caso na ala de internação clínica. *Revista Gestão & Saúde*, v. 11, n. 1, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/46283>. Acesso em: 25 abr. 2025.

OLIVEIRA, O. J. *Gestão da qualidade: tópicos avançados*. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

PALADINI, E. P. *Gestão da qualidade: teoria e prática*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

SHEWHART, W. A. *Economic control of quality of manufactured product*. New York: D. Van Nostrand Company, 1931.

SOUZA, L. C. Trends and approaches in lean healthcare. *Leadership in Health Services*, v. 22, n. 2, p. 121–139, 2009.

TUKEY, J. W. *Exploratory data analysis*. Reading: Addison-Wesley, 1977.

WERKEMA, M. C. C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: lean thinking*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.